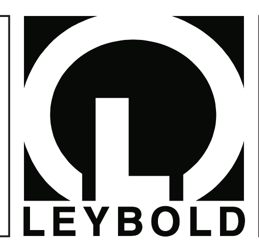
Enseignement scientifique

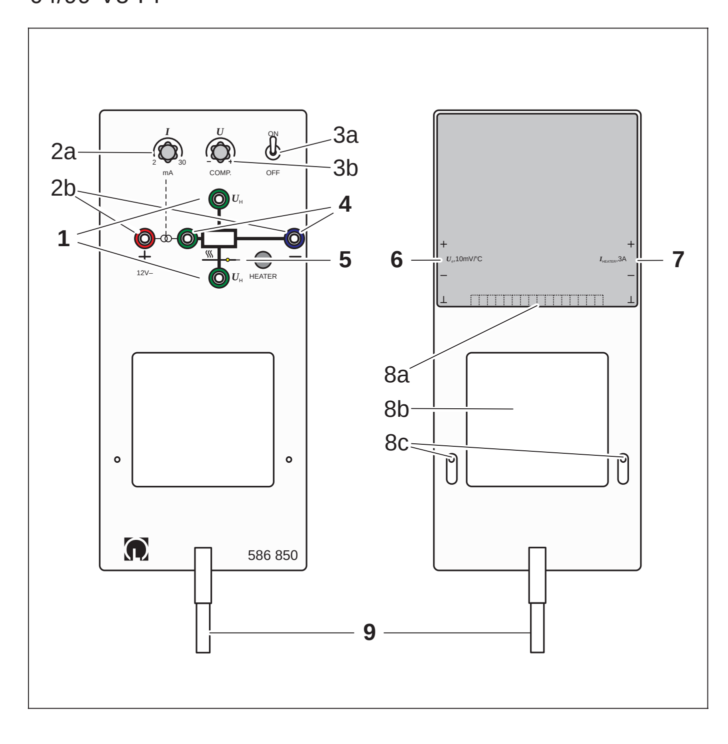
Formation professionelle

Commercialisation des produits




LEYBOLD DIDACTIC GmbH

04/99-V5-Pr-




# Mode d'emploi 586 850

## Appareil de base pour l'étude de l'effet Hall (586 850)

1 **Sortie pour la tension de Hall**

2 **Source de courant**
Bouton de réglage du courant transversal (2a), entrée pour la tension d'alimentation (2b)

3 **Compensation**
Interrupteur Marche/Arrêt (3a), bouton de réglage de la compensation (3b)

4 **Sortie pour la chute de tension sur le cristal de germanium**

5 **Bouton-poussoir pour le chauffage,** avec LED

6 **Sortie de mesure de la température**

7 **Entrée du courant pour le chauffage et l'électronique**

8 **Logement pour les plaques à circuit imprimé**
Douille multiple (8a), fenêtre (8b), perçages (8c)

9 **Tige, avec butée**

## 1 Description

L'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall sert à étudier l'effet Hall et la conductivité électrique sur des cristaux de germanium sur carte à circuit imprimé (586 851-853) en fonction de la température. Il met à disposition une source de courant réglable pour le courant transversal *I* à travers le cristal de Ge. On mesure la tension de Hall $U_H$ la chute de tension *U* sur le cristal de Ge.

Pour l'étude de l'effet Hall, l'appareil doit être disposé entre les pièces polaires du transformateur démontable (562 11 et suiv.). Le champ magnétique peut se mesurer avec la sonde B, direction tangentielle (516 60) à proximité immédiate du cristal. Il est possible d'enclencher une compensation électronique pour la compensation à zéro de la tension de Hall à température ambiante pour un courant transversal sélectionné.

Pour le chauffage des cristaux de Ge, les méandres de chauffage dans les cartes à circuit imprimé sont alimentés en courant via l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall. Une tension de sortie $U_\vartheta$ proportionnelle à la température du cristal $\vartheta$ est générée simultanément. Une coupure automatique du chauffage à 165 °C sert à protéger les cristaux de germanium plutôt fragiles.

**Remarque de sécurité** *Protection contre la décharge électrostatique (ESD):*

L'électronique sensible de l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall risque d'être affectée, voire même endommagée, suite à une décharge d'électricité statique.

- Choisir le lieu de travail tel qu'aucune charge électrostatique ne puisse être délivrée par l'opérateur et/ou le matériel (éviter les moquettes et toute chose équivalente, veiller à l'établissement d'une liaison équipotentielle, mettre l'expérimentateur à la terre).

Dans le cas de dispositifs expérimentaux de grande taille avec de longs câbles de connexion agissant comme des antennes, l'électronique sensible de l'appareil de base pour l'effet Hall peut être tellement perturbée par des champs électromagnétiques puissants que le fonctionnement correct n'est provisoirement plus garanti. (par ex. tension de Hall incorrecte).

- Choisir des câbles de connexion aussi courts que possible.
- Exclure le fonctionnement de générateurs HF (téléphone sans fil) étrangers au montage expérimental dans la salle de travaux pratiques ou aux environs de celle-ci.

## 2 Caractéristiques techniques

*Logement des cartes à circuit imprimé:*

| | |
|---|---|
| Connexion: | Douille multiple |

*Sorties:*

| | |
|---|---|
| Tension de Hall: | 2 douilles de sécurité, 4 mm |
| Chute de tension via le cristal de Ge | 2 douilles de sécurité, 4 mm |

*Source de courant réglable et compensation de $U_H$:*

| | |
|---|---|
| Alimentation électrique | 12 V–, 50 mA, CC |
| Raccord pour l'alimentation: | 2 douilles de sécurité, 4 mm |
| Plage de courant: | de 2 mA à env. 32 mA |
| Tension de compensation: | env. ±35 mV (pour $I$ = 32 mA) |

*Chauffage et mesure de la température:*

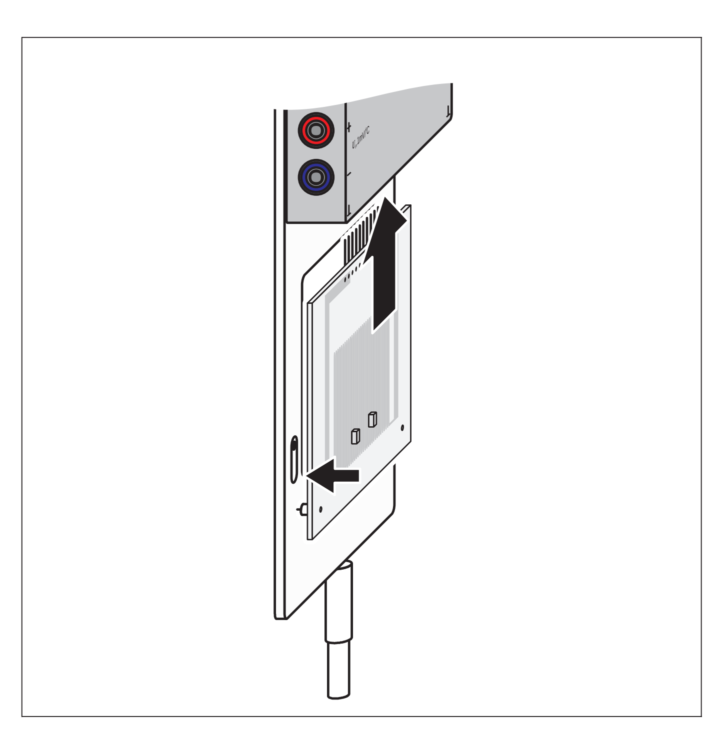
| | |
|---|---|
| Alimentation électrique | 15 V–, 3 A régulée en courant ou 12 V–, 3 A |
| raccord pour l'alimentation: | 2 douilles de sécurité, 4 mm |
| Sortie de mesure de la température: | 2 douilles de sécurité, 4 mm |
| Calibrage de la température: | $\vartheta = 100^0\text{C} \cdot \frac{U}{\text{V}}$ |

*Caractéristiques générales:*

| | |
|---|---|
| Dimensions (sans tige): | 275 mm × 125 mm × 50 mm |
| Tige: | 50 mm × 10 mm ∅ |
| Poids: | 0,8 kg |

## 3 Utilisation

### 3.1 Montage des cartes à circuit imprimé 586 851-3

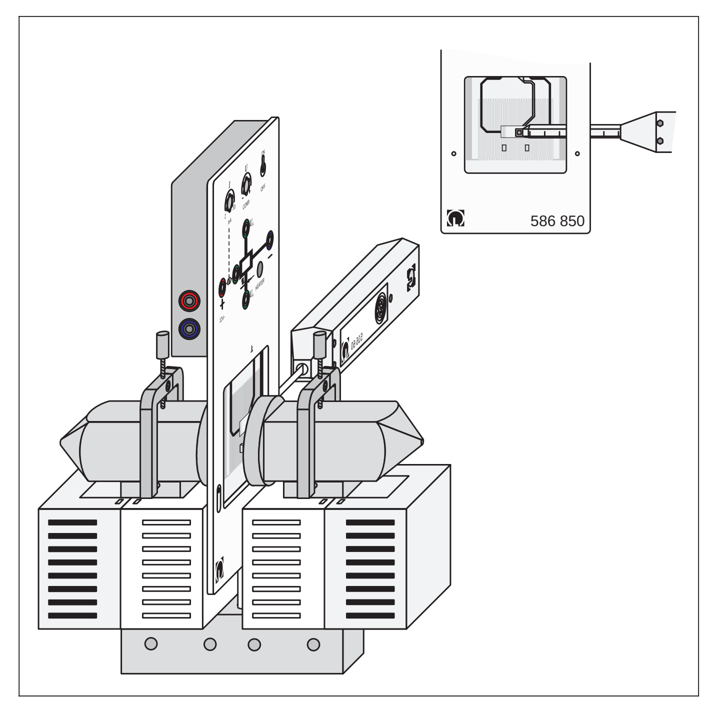


Matériel supplémentaire nécessaire:

| | |
|---|---|
| 1 Ge non dopé sur carte à circuit imprimé | 586 851 |
| ou | |
| 1 Ge doté p sur carte à circuit imprimé | 586 852 |
| ou | |
| 1 Ge doté n sur carte à circuit imprimé | 586 853 |

- Tourner la carte à circuit imprimé avec la face avec le cristal vers la face avant de l'appareil de base.
- Enfoncer la place à circuit imprimé avec la fiche multiple dans la douille multiple de l'appareil de base jusqu'à ce que les tiges de serrage enclenchent dans les trous.

### 3.2 Disposition dans un champ magnétique homogène




Matériel supplémentaire nécessaire:

| | |
|---|---|
| 1 noyau en U avec joug | 562 11 |
| 1 paire de pièces polaires perforées | 560 31 |
| 2 bobines à 250 spires | 562 13 |

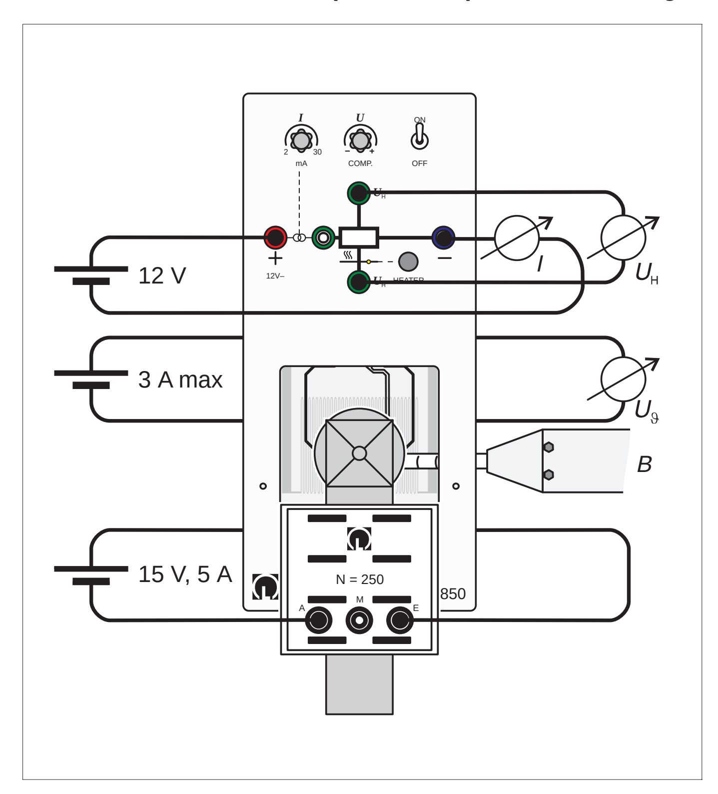
- Insérer à fond l'appareil de base avec la tige dans le trou du noyau, veiller à ce que la plaque à circuit imprimé soit bien parallèle au noyau en U.
- Monter la paire de pièces polaires perforées avec des pièces polaires additionnelles, amener les pièces polaires additionnelles jusqu'aux pièces d'écartement des plaques à circuit imprimé (bien faire attention de ne pas plier la carte à circuit imprimé).

*Matériel supplémentaire recommandé pour la mesure du champ magnétique:*

| | |
|---|---|
| 1 sonde B, direction tangentielle | 516 60 |

## 4 Réalisation de l'expérience

### 4.1 Mesure de la tension de Hall en fonction de la densité de flux magnétique, de la température ou du courant transversal (seulement pour le cristal de germanium dopé p ou n)




*Exemples d'expériences:*

- Choisir le courant transversal *I* maximal (voir mode d'emploi du cristal de germanium), enclencher la compensation et avec le bouton de réglage de la compensation, procéder à la compensation à zéro de la tension de Hall.

*a) Variation du courant transversal I:*

- Choisir la densité de flux magnétique *B* ou le courant à travers les bobines d'électroaimant, modifier le courant transversal *I* puis mesurer la tension de Hall $U_H$ correspondante.

*b) Variation de la densité de flux magnétique B:*

- Modifier la densité de flux magnétique *B* ou le courant à travers les bobines d'électroaimant et mesurer la tension de Hall $U_H$ correspondante.

*c) Variation de la température ϑ:*

- Choisir la densité de flux magnétique *B* ou le courant à travers les bobines d'électroaimant.
- Actionner le bouton-poussoir HEATER et tracer avec CASSY ou un enregistreur XY la tension de Hall $U_H$ en fonction de la tension $U_\vartheta$ à la sortie de mesure de la température.

Matériel supplémentaire nécessaire:

1 Ge doté p sur carte à circuit imprimé 586 852

ou

1 Ge doté n sur carte à circuit imprimé 586 853

*a) Alimentation en courant des bobines:*

1 alimentation 20 V–, 5 A, par ex. 521 50 é

ventuellement 1 ampèremètre, I ≤ 5 A pour le courant des bobines

*b) Alimentation du chauffage et de l'électronique:*

1 alimentation 15 V–, 3 A régulée en courant, par ex. 521 50

ou

1 alimentation 12 V–, 3 Aé

ventuellement 1 ampèremètre, I ≤ 3 A

*c) Alimentation de la source de courant réglable:*

1 alimentation 12 V–, 50 mA, par ex. 521 54

eventuellement 1 ampèremètre, I ≤ 50 mA pour le courant transversal à travers le cristal de Ge

*d) Sortie de mesure de la température:*

1 voltmètre U ≤ 1,65 V

*e) Mesure de la tension de Hall:*

1 voltmètre, U ≤ 100 mV

*f) Mesure du champ magnétique*

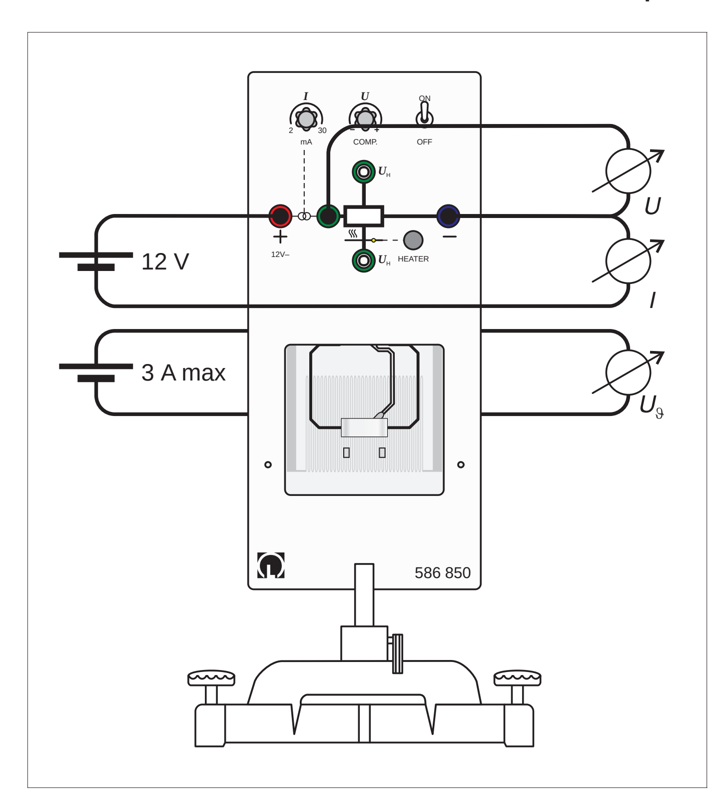
1 sonde B, direction tangentielle 516 60

1 adaptateur B 524 038

ou

1 teslamètre 516 62

### 4.2 Mesure de la conductivité en fonction de la température




*Matériel supplémentaire nécessaire:*

| | |
|---|---|
| 1 cristal de germanium non dopé | 586 351 |
| ou | |
| 1 Ge dopé p sur carte à circuit imprimé | 586 852 |
| ou | |
| 1 Ge dopé n sur carte à circuit imprimé | 586 853 |

*a) Alimentation du chauffage et de l'électronique:*

| | |
|---|---|
| 1 alimentation 15 V–, 3 A régulée en courant, par ex. | 521 50 |
| ou | |
| 1 alimentation 12 V–, 3 A | |
| éventuellement 1 ampèremètre, I ≤ 3 A | |

*b) Alimentation de la source de courant réglable:*

| | |
|---|---|
| 1 alimentation 12 V–, 50 mA, par ex. | 521 54 |

éventuellement 1 ampèremètre, I ≤ 50 mA pour le courant transversal à travers le cristal de germanium

*c) Sortie de mesure de la température:*

1 voltmètre U ≤ 1,65 V

*d) Mesure de la chute de tension sur le cristal de Ge:*

1 voltmètre, U ≤ 3 V

*Exemples d'expériences:*

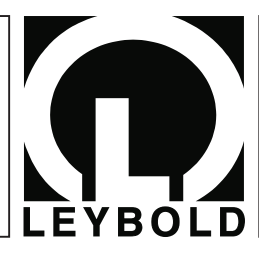
a) Variation du courant transversal *I*:

– Modifier le courant transversal *I* (voir mode d'emploi du cristal de germanium) et mesurer la chute de tension *U*.

*c) Variation de la température ϑ:*

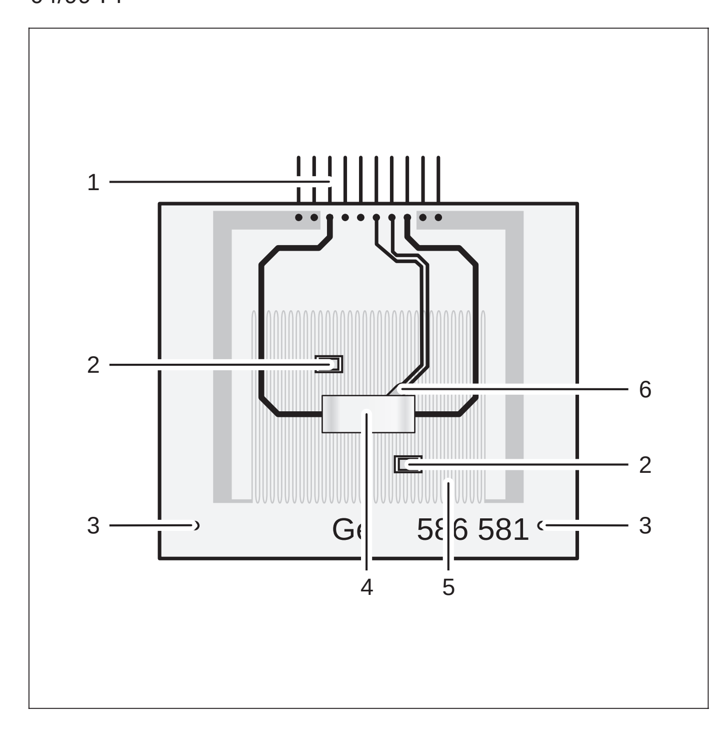
– Choisir le courant transversal *I* (voir mode d'emploi du cristal de germanium), actionner le bouton-poussoir Heater et tracer avec CASSY ou un enregistreur XY la chute de tension *U* en fonction de la tension $U_\vartheta$ à la sortie de mesure de la température.

LEYBOLD DIDACTIC GMBH · Leyboldstrasse 1 · D-50354Hürth · Phone (02233) 604-0 · Telefax (02233) 604-222 · e-mail: info@leybold-didactic.de






04/99-Pr-




# Mode d’emploi 586 851

## Ge non dopé sur carte à circuit imprimé (586 851)

1 Prise multiple
2 Pièces d’écartement
3 Tiges de fixation
4 Cristal de Ge, non dopé
5 Filament chauffant en lacet
6 Sonde de température PT100

## 1 Description

Combiné à l’appareil de base pour l’étude de l’effet Hall (586 850), l’appareil permet de mesurer la conductivité du germanium non dopé en fonction de la température. L’intervalle de bande du germanium peut se déterminer à partir des données de mesure.

## 2 Données techniques

Courant transversal maximal: 4 mA
Dimensions du cristal: 10 mm × 20 mm × 1 mm
Dimensions de la carte à circuit imprimé,
y compris la prise multiple: 11,5 cm × 11,5 cm × 0,8 cm

### Remarques de sécurité

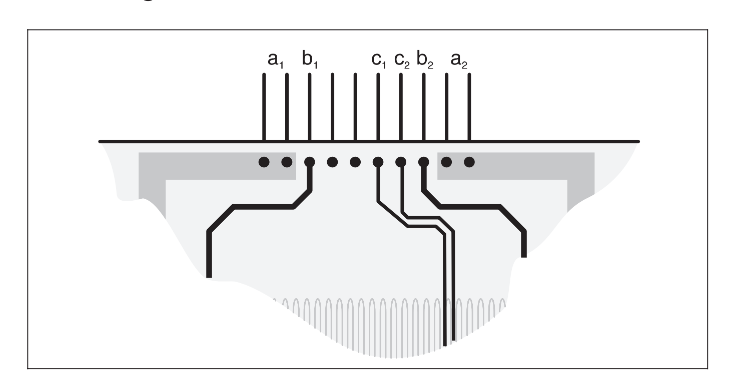
Le cristal de Ge est très fragile, il se casse facilement:

- Manipuler la carte à circuit imprimé avec soin et ne la soumettre à aucune sollicitation mécanique.

Du fait de sa résistance spécifique élevée, le cristal de Ge est chauffé par la simple application d’un courant transversal:

- Ne pas dépasser le courant transversal maximal $I$ = 4 mA.
- Tourner le bouton de réglage pour le courant transversal de l’appareil de base pour l’étude de l’effet Hall jusqu’à la butée gauche.

## 3 Assignation des bornes




$a_1$, $a_2$ Filament chauffant en lacet
$b_1$, $b_2$ Courant transversal à travers le cristal de Ge
$c_1$, $c_2$ Sonde de température PT100

## 4 Utilisation

*Matériel supplémentaire nécessaire:*

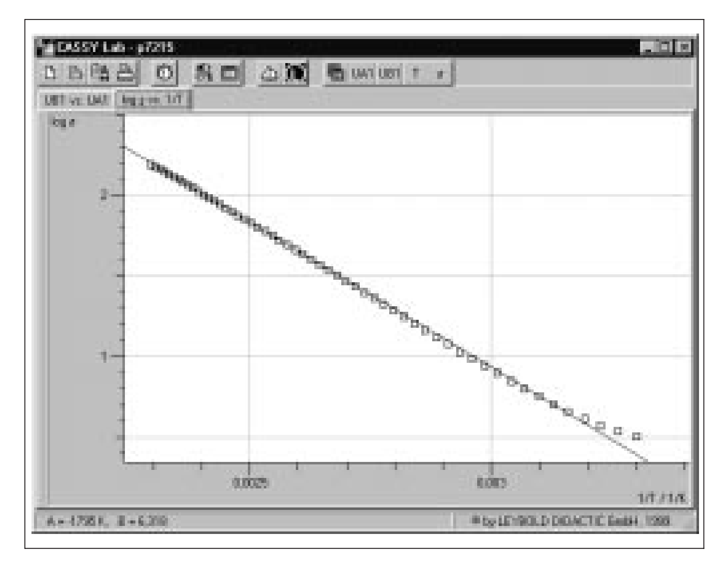
1 appareil de base pour l’étude de l’effet Hall 586 850

Appareils de mesure et alimentations ainsi que spécifié dans le mode d’emploi de l’appareil de base pour l’étude de l’effet Hall

Le montage dans l’appareil de base pour l’étude de l’effet Hall et les connexions électriques sont décrits dans le mode d’emploi de l’appareil de base pour l’étude de l’effet Hall.

## 5 Exemple d'expérience

**Mesure de la conductivité en fonction de la température avec CASSY-S:**




*Grandeurs mesurées:*

UA1: Tension à la sonde de température

UB1: Chute de tension sur le cristal de germanium pour un courant transversal de 2 mA

*Grandeurs dérivées:*

Conductivité: $\sigma = \frac{2\text{mA}}{\text{UB1}} \cdot \frac{20\text{mm}}{10\text{mm} \times 1\text{mm}}$

Température: $T = 100\text{K} \cdot \frac{\text{UA1}}{\text{V}} + 273{,}15\text{K}$

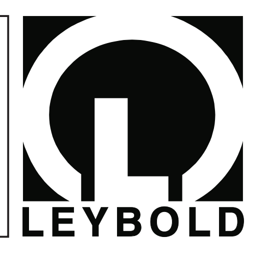
Représentation: $\ln\sigma = f\left(\frac{1}{T}\right)$

On a en effet pour des températures élevées (conductivité intrinsèque):

$$\ln\sigma = \ln\sigma_0 - \frac{E_g}{2 \cdot k} \cdot \frac{1}{T}$$

$E_g = 0{,}67\,\text{eV}$: Intervalle de bande du germanium

$k = 8{,}625 \cdot 10^{-5}\,\frac{\text{eV}}{\text{K}}$ Constante de Boltzmann

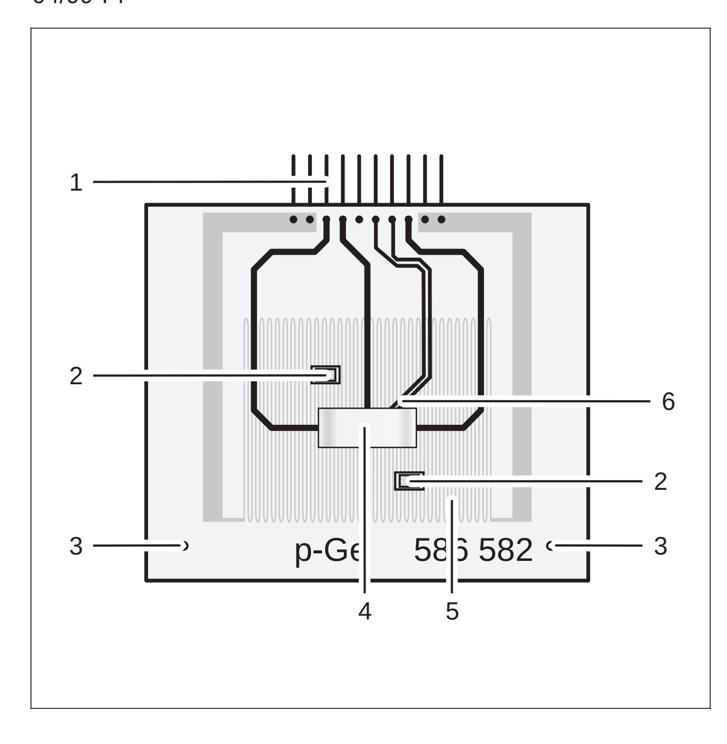





04/99-Pr-

# Mode d’emploi 586 852

## Ge doté p sur carte à circuit imprimé (586 852)




1 Prise multiple
2 Pièces d’écartement
3 Tiges de fixation
4 Cristal de Ge, dopé p
5 Filament chauffant en lacet
6 Sonde de température PT100

## 1 Description

Combiné à l’appareil de base pour l’étude de l’effet Hall (586 850), l’appareil permet de mesurer la tension de Hall et la conductivité électrique en fonction de la température. La concentration ainsi que la mobilité des porteurs de charge peuvent se déterminer à partir des données de mesure. Il est en outre possible d’étudier l’influence du champ magnétique externe et du courant transversal à travers le cristal sur la tension de Hall.

## 2 Caractéristiques techniques

| | |
|---|---|
| Courant transversal maximal: | env. 33 mA |
| Dimensions du cristal: | 10 mm × 20 mm × 1 mm |
| Dimensions de la carte à circuit imprimé, y compris la prise multiple: | 11,5 cm × 11,5 cm × 0,8 cm |

### Remarques de sécurité

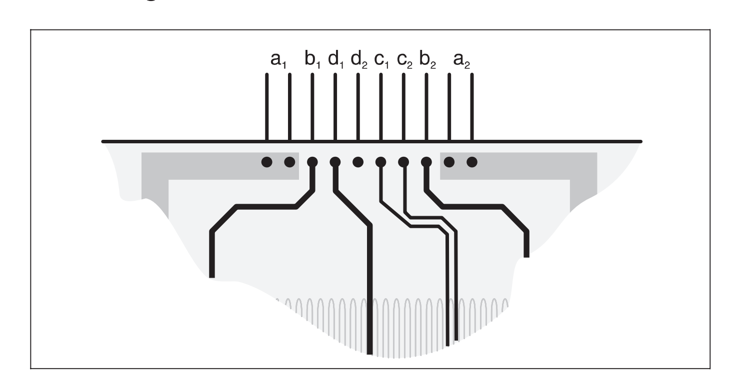
Le cristal de Ge est très fragile, il se casse facilement:

- Manipuler la carte à circuit imprimé avec soin et ne la soumettre à aucune sollicitation mécanique.

Du fait de sa résistance spécifique élevée, le cristal de Ge est chauffé par la simple application d’un courant transversal:

- Ne pas dépasser le courant transversal maximal $I$ = 33 mA.

## 3 Assignation des bornes




| | |
|---|---|
| $a_1$, $a_2$ | Filament chauffant en lacet |
| $b_1$, $b_2$ | Courant transversal à travers le cristal de Ge |
| $c_1$, $c_2$ | Sonde de température PT100 |
| $d_1$, $d_2$ | Tension de Hall |

## 4 Utilisation

*Matériel supplémentaire nécessaire:*

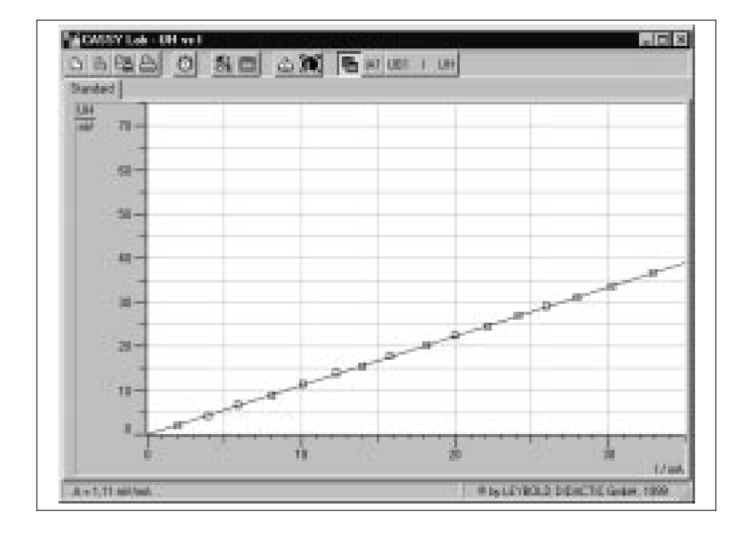
1 appareil de base pour l’étude de l’effet Hall586 850

Appareils de mesure et alimentations ainsi que spécifié dans le mode d’emploi de l’appareil de base pour l’étude de l’effet Hall.

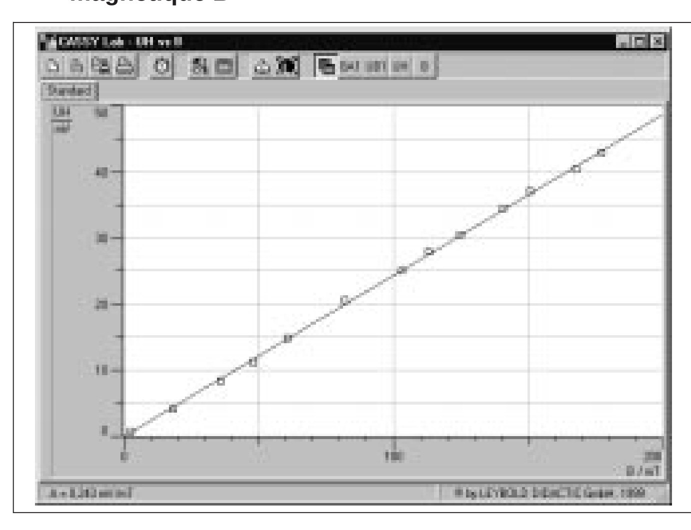
Le montage dans l’appareil de base pour l’étude de l’effet Hall et les connexions électriques sont décrits dans le mode d’emploi de l’appareil de base pour l’étude de l’effet Hall.

## 5 Exemples d'expériences

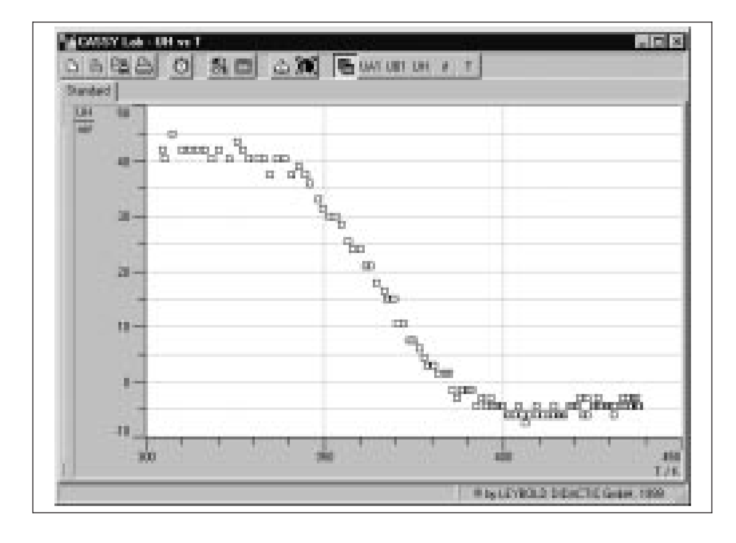
### 5.1 Tension de Hall $U_H$ en fonction du courant transversal $I$ à travers le cristal de germanium



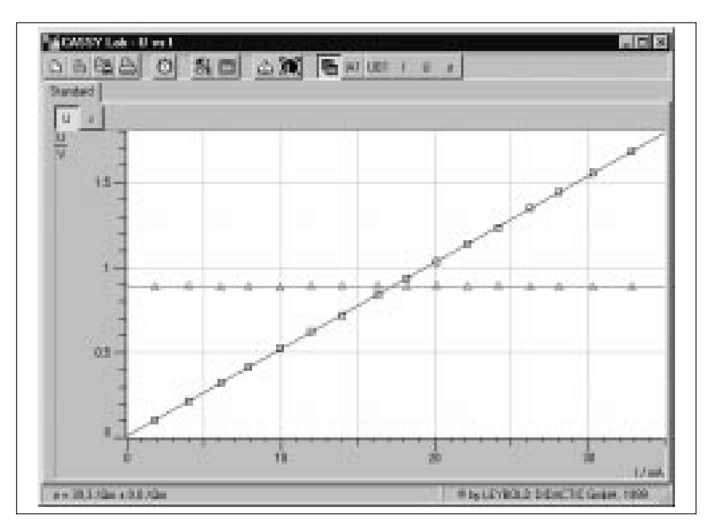
### 5.2 Tension de Hall $U_H$ en fonction de la densité de flux magnétique $B$



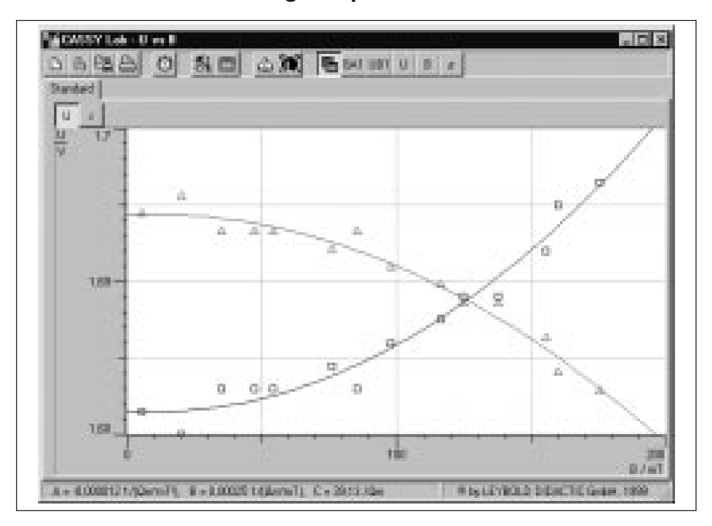
### 5.3 Tension de Hall $U_H$ en fonction de la température absolue $T$



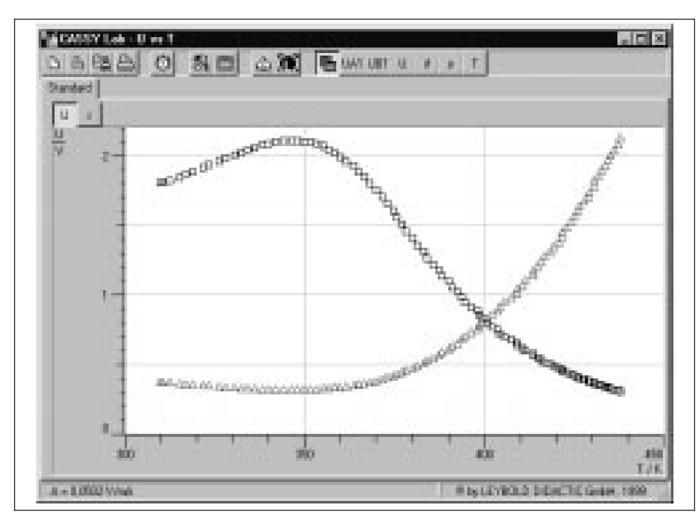
### 5.4 Chute de tension $U$ et conductivité $\sigma$ en fonction du courant transversal $I$ à travers le cristal de germanium

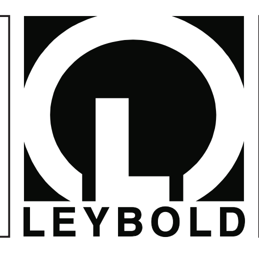


### 5.5 Chute de tension $U$ et conductivité $\sigma$ en fonction de la densité de flux magnétique $B$



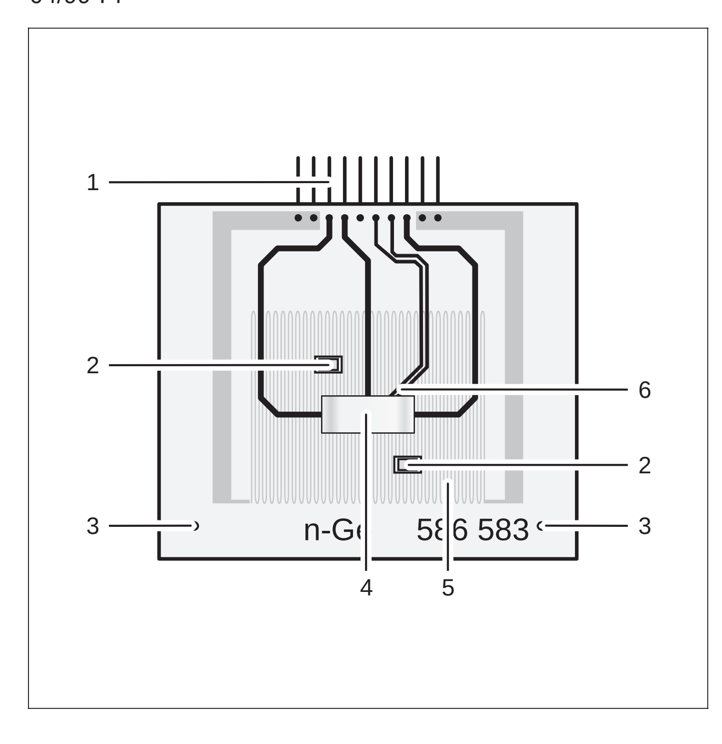
### 5.6 Chute de tension $U$ et conductivité $\sigma$ en fonction de la température absolue $T$








04/99-Pr-




# Mode d'emploi 586 853

## Ge dopé n sur carte à circuit imprimé (586 853)

1 Prise multiple
2 Pièces d'écartement
3 Tiges de fixation
4 Cristal de Ge, dopé n
5 Filament chauffant en lacet
6 Sonde de température PT100

## 1 Description

Combiné à l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall (586 850), l'appareil permet de mesurer la tension de Hall et la conductivité électrique en fonction de la température. La concentration ainsi que la mobilité des porteurs de charge peuvent être déterminées à partir des données de mesure. Il est en outre possible d'étudier l'influence du champ magnétique externe et du courant transversal à travers le cristal sur la tension de Hall.

## 2 Caractéristiques techniques

| | |
|---|---|
| Courant transversal maximal: | env. 33 mA |
| Dimension du cristal: | 10 mm × 20 mm × 1 mm |
| Dimensions de la plaque à circuit imprimé, y compris la prise multiple: | 11,5 cm × 11,5 cm × 0,8 cm |

### Remarques de sécurité

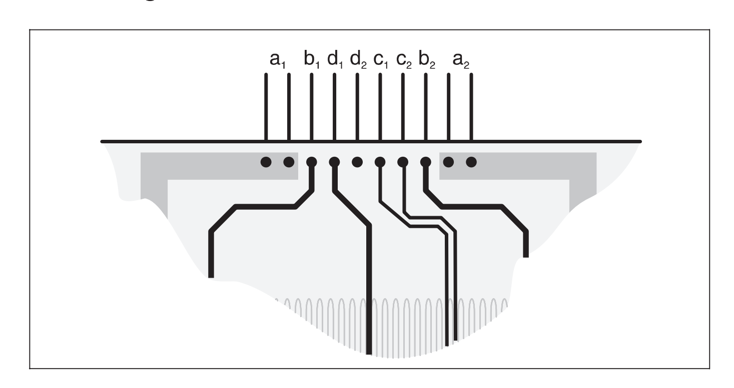
Le cristal de Ge est très fragile, il se casse facilement:

- Manipuler la carte à circuit imprimé avec soin et ne la soumettre à aucune sollicitation mécanique.

Du fait de sa résistance spécifique élevée, le cristal de Ge est chauffé par la simple application d'un courant transversal:

- Ne pas dépasser le courant transversal maximal $I$ = 33 mA.

## 3 Assignation des bornes




| | |
|---|---|
| $a_1$, $a_2$ | Filament chauffant en lacet |
| $b_1$, $b_2$ | Courant transversal à travers le cristal de Ge |
| $c_1$, $c_2$ | Sonde de température PT100 |
| $d_1$, $d_2$ | Tension de Hall |

## 4 Utilisation

*Matériel supplémentaire nécessaire:*

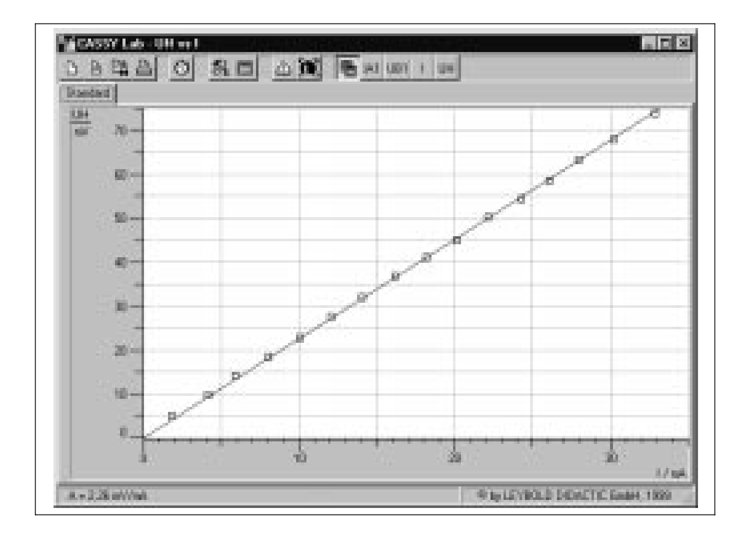
1 appareil de base pour l'étude de l'effet Hall 586 850

Appareils de mesure et alimentations ainsi que spécifié dans le mode d'emploi de l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall.

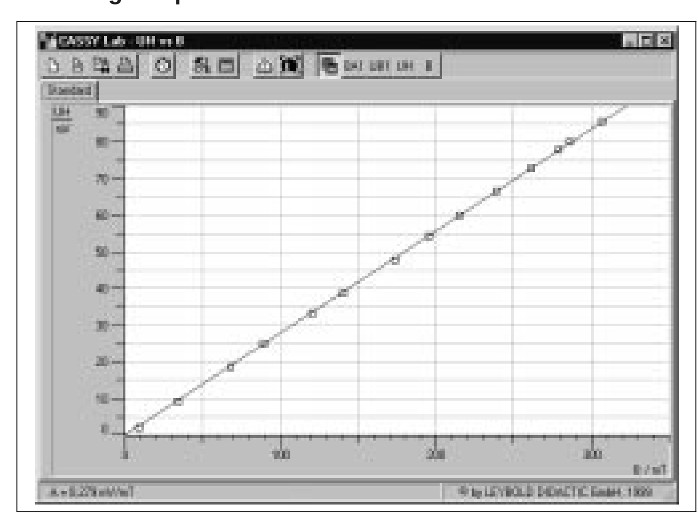
Le montage dans l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall et les connexions électriques sont décrits dans le mode d'emploi de l'appareil de base pour l'étude de l'effet Hall.

## 5 Exemples d'expériences

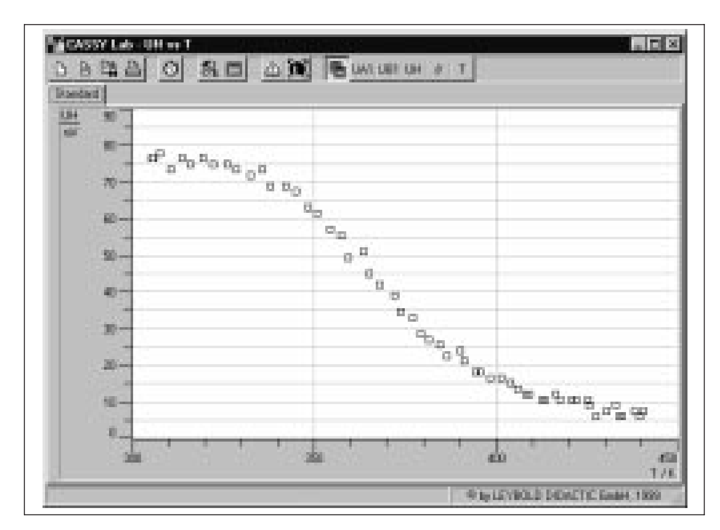
### 5.1 Tension de Hall $U_H$ en fonction du courant transversal *I* à travers le cristal de germanium



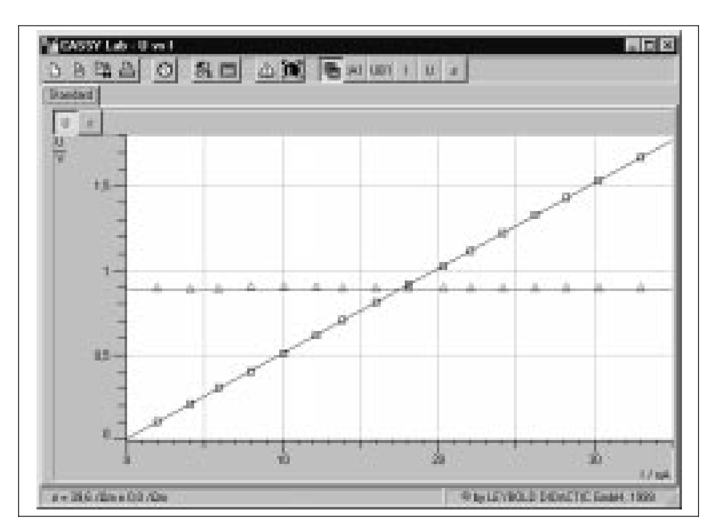
### 5.2 Tension de Hall $U_H$ en fonction de la densité de flux magnétique *B*



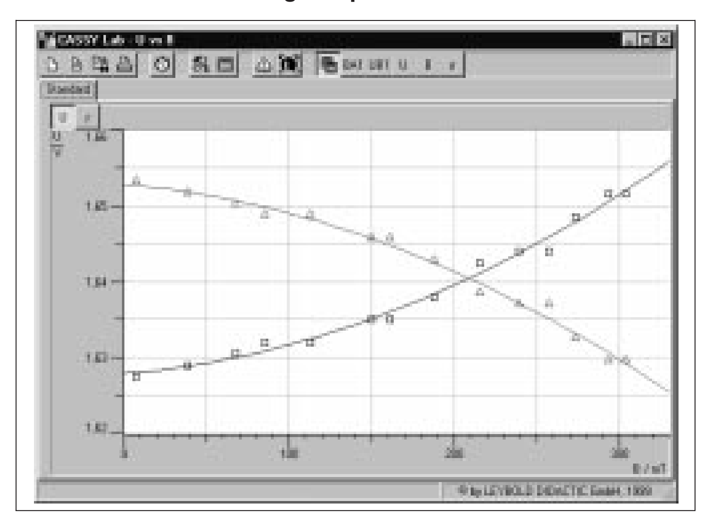
### 5.3 Tension de Hall $U_H$ en fonction de la température absolue *T*



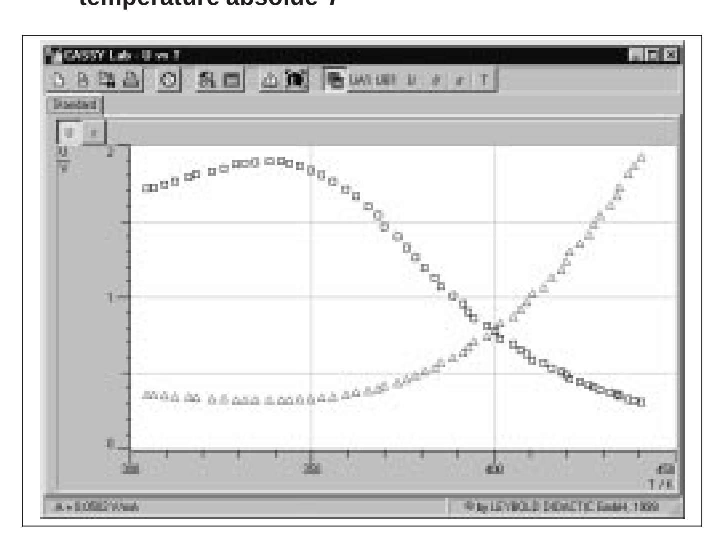
### 5.4 Chute de tension *U* et conductivité σ en fonction du courant transversal *I* à travers le cristal de germanium



### 5.5 Chute de tension *U* et conductivité σ en fonction de la densité de flux magnétique *B*



### 5.6 Chute de tension *U* et conductivité σ en fonction de la température absolue *T*



LEYBOLD DIDACTIC GMBH · Leyboldstrasse 1 · D-50354 Hürth · Phone (02233) 604-0 · Telefax (02233) 604-222 · e-mail: info@leybold-didactic.de